

## ОБ УСТОЙЧИВОСТИ СЦЕПОВ АЛТАЙСКОГО ЗАВОДА

**Г. М. ВАСИЛЬЕВ**

Кандидат технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Сцепы Алтайского завода, предназначенные для вывозки леса в хлыстах, эксплуатируются в леспромхозах Урала с 1954 года. Практика многих леспромхозов показала, что эти сцепы, наряду с некоторыми преимуществами перед сцепами платформ Лесосудмашстроя, имеют ряд существенных недостатков. Так, например, сцепы весьма неустойчивы при движении по рельсовому пути; они очень плохо устойчивы после схода с рельсов. В то время как сцепы платформ Лесосудмашстроя, переоборудованные для вывозки леса в хлыстах, не опрокидываются при сходе с рельсов, сцепы Алтайского завода в этих случаях, как правило, опрокидываются и опрокидывают не только смежные с ними сцепы, стоящие на рельсах, но иногда даже паровоз.

В 1956 году, сотрудниками Уральского лесотехнического института были проведены экспериментальные исследования, позволившие проанализировать вопросы, связанные с устойчивостью сцепов Алтайского завода. Поскольку сходы с рельсов чаще всего происходят на усах, приведем данные исследований ходовых качеств сцепов при движении их по временным незабалластированным путям.

Для испытаний вагонов на усах были выбраны три опытных участка пути длиной по 100 м. Путь на усах уложен без балласта, непосредственно на растительный покров почвы. Вдоль пути под шпалы в некоторых местах подложен горбыль. Трасса располагалась в редком лесу на ровной местности; почва насыщена водой. В плане наблюдались заметные искривления пути.

Для оценки состояния пути были произведены подробные замеры, приведенные в таблице:

№ участка	Некоторые данные о геометрии пути		Грунт	Шпалы		Рельсы		Некоторые данные о состоянии пути			
	в плане	уклон в %		длина в м	количество на 1 км	длин в м	тип	максимальный рекос в мм	наибольшая упругая просадка в мм	наибольший зазор в стыках в мм	максимальная ширина колеи в мм
1	Прямой путь	2,4	Супесчаный	2,7	1650	7—8	P18	24	41,5	26	770
2	"	2,7	"	2,7	1700	7—8	"	28	48,2	24	760
4	"	4,8	"	2,7	1660	7—8	"	32	41,0	27	762

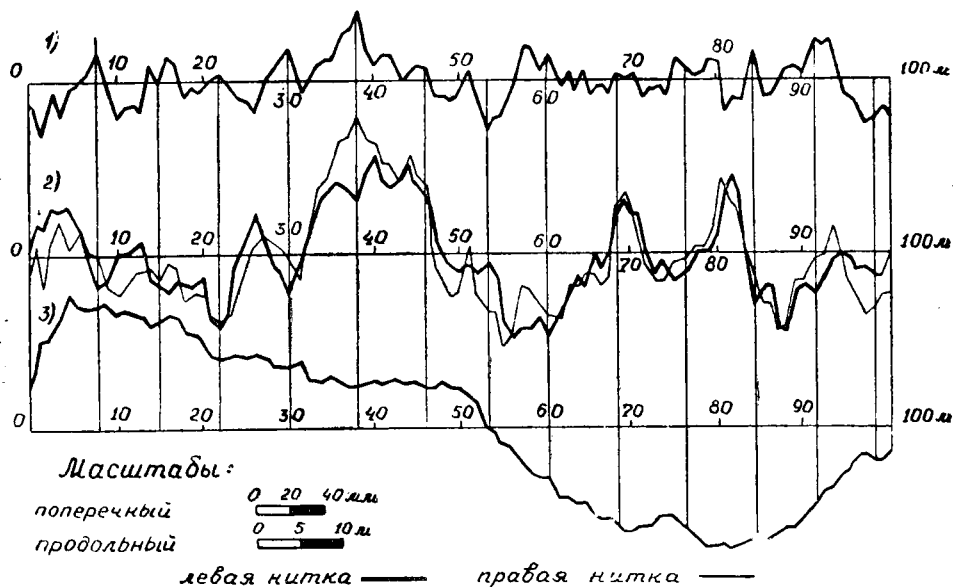


Рис. 1. Характеристика опытного участка пути на усах в нагруженном состоянии. 1 — кривая перекосов; 2 — микропрофиль; 3 — микроплан.

При этом были сняты микропрофиль и микроплан обеих ниток пути, произведены замеры упругих просадок на каждом метре пути при проходе поезда. В результате этих замеров был составлен микропрофиль пути в нагруженном состоянии и кривая перекосов (превышения левой нитки) для опытных участков (рис. 1).

На рис. 2 представлена зависимость максимальных перекосов пути ( $U_{max}$ ) от принятого базового размера  $L$ . Этот график составлен на основании обработки кривых, характеризующих перекосы. Из данных видно, что перекосы пути на усах значительно превосходят нормы на содержание пути.

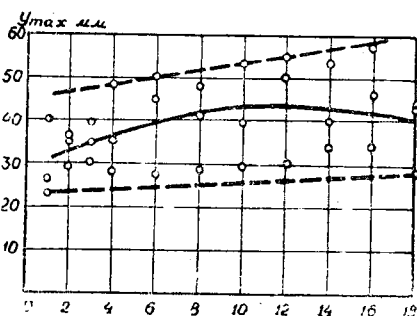


Рис. 2. Зависимость максимальных перекосов пути на усах от принятого базового размера.

При динамических испытаниях вагонов Алтайского завода замерялись следующие величины:

- 1) Прогибы пружинных комплектов;
- 2) Перекосы боковин тележки;
- 3) Скорости движения;
- 4) Время движения.

Для записи всех этих величин применялся осциллограф МПО-2. Замер прогибов пружинных комплектов производился обычными реохордными прогибомерами.

Скорость движения по усам составляла от 5 до 15 км/час.

В результате обработки осциллограмм были получены данные о деформации пружинных комплектов и коэффициентах динамики. Коэффициенты динамической добавки определялись по формуле:

$$k_d = \frac{z_{max}}{f_{cr}}$$

где  $z_{max}$  — максимальная деформация пружинных комплектов, мм;  
 $f_{ст}$  — статический прогиб пружин тележки, мм.

На рис. 3 представлены максимальные наблюдавшиеся коэффициенты динамической добавки сцепов при движении по усам в зависимости от скорости движения ( $V$ ). Как видно из графика, они достигают 0,6 при скорости движения 15 км/час. Интересно отметить, что на магистрали коэффициент динамики 0,6 наблюдается при скорости движения 30 км/час.

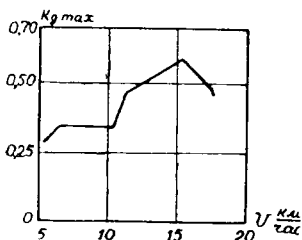


Рис. 3. Коэффициенты динамической добавки при движении по усам в зависимости от скорости движения.

Следует сказать, что основным источником деформации пружинных комплектов при движении по усам были кососимметричные колебания и боковая качка. В данном случае величина  $1 - k_d = 0,4$ , что говорит за то, что безопасность движения по опытным участкам вполне обеспечена. Учитывая, что при движении сцепов по усам коэффициент динамической добавки от боковой качки был равен 0,2, можно сказать, что если коэффициент динамики от кососимметричной нагрузки достигнет 0,6, возникает реальная опасность схода с рельсов, так как общий коэффициент динамической добавки в этом случае будет равен 0,8.

Для этого перекося на базе сцепа должен быть равен:

$$z = 4 \cdot y_{ст} \cdot 0,6 + 4 \cdot f_{ст} \cdot 0,6 + 2 \cdot y_0,$$

где  $y_{ст}$  — статический прогиб рамы полусцепы при действии кососимметричной нагрузки, который при  $k_d = 1$  равен  $y_{ст} = 3,4$  мм;

$f_{ст}$  — статический прогиб пружинных комплектов, мм;  $f_{ст} = 18$  мм.

$y_0$  — сумма зазоров в скользящих одна тележка. Принимаем зазор равным  $y_0 = 4$  мм;

тогда:  $z = 4 \cdot 3,4 \cdot 0,6 + 4 \cdot 18 \cdot 0,6 + 2 \cdot 4 = 59,4$  мм.

Из графика на рис. 2 видно, что максимальные перекося на базе сцепа на опытных участках усов можно принять равными 45 мм, что на 14 мм меньше полученного. Таким образом, максимально допустимый перекося в данном случае всего на 30—40% больше часто встречающегося перекося на усах, поэтому желательно повысить величину допустимого перекося для сцепа. Для этого можно, например, увеличить статический прогиб пружинных комплектов.

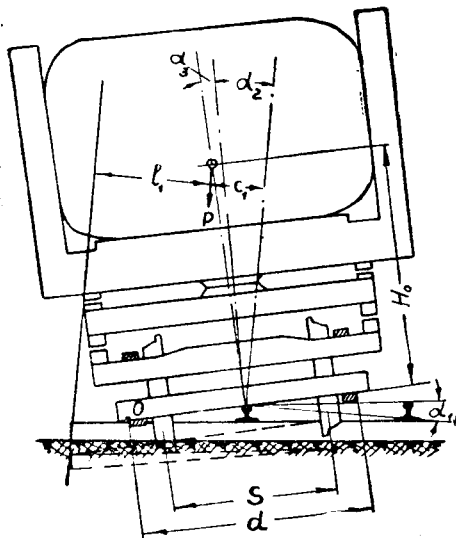
Чтобы выяснить причины, вызывающие опрокидывание сцепов после схода с рельсов, рассмотрим процесс опрокидывания сцепов на временном незабалластированном пути. На рис. 4 представлен случай схода полусцепы Алтайского завода на временном пути, имеющем длинные шпалы, уложенные непосредственно на земляное полотно или растительный покров.

При расчете воспользуемся следующими данными:

Высота рельса Р18 . . . . .  $h_1 = 80$  мм;  
 Расстояние между наружными краями боковин тележки (поперек вагона) . . . . .  $d = 1150$  мм;  
 Высота подрессорной балки сцепа Алтайского завода над рельсом . . . . .  $h_0 = 155$  мм;

Высота центра тяжести грузенного сцепа над  
нижней плоскостью подрессорной балки . . .  $H_0 = 1400$  мм;  
Длина шпалы . . . . .  $L = 2500$  мм.

При сходе с рельсов, пока тележка не отошла внутрь колеи на расстояние больше, чем  $\frac{S}{2}$  (рис. 4), происходит перескакивание колес по



шпалам и может получиться просадка колесной пары до упора нижнего пояса тележки в шпалы или подрессорной балки в рельс. Опрокидывание при этом маловероятно. В том случае, если тележка отойдет от оси пути на расстояние больше, чем  $\frac{S}{2}$ , возможен наклон полусцепа, как это показано на рис. 4. При этом произойдет упирание нижнего пояса в шпалу.

Допустим, что сцеп сошел двумя тележками (то есть первый полусцеп сошел с рельсов) и в какое-то мгновение занял положение, показанное на рис. 4. Полагая, что в данном месте имелся перекося пути на 40 мм (этот случай часто встречается на усах), рассчитаем наклон оси полусцепа:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3,$$

где  $\alpha_1$  — угол наклона от перекося пути;

$\alpha_2$  — угол наклона от упора нижнего пояса сцепа в шпалы;

$\alpha_3$  — угол наклона от деформации рессор и выбора зазоров в скользянах.

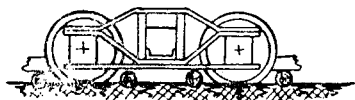


Рис. 4. Расчетная схема для определения устойчивости сцепа Алтайского завода при сходе с рельсов на временном пути.

$$\sin \alpha_1 = \frac{4}{79} = 0,05; \quad \alpha_1 = 2^\circ 52';$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{h_1 - 2}{\frac{d}{2}} = \frac{8 - 2}{57,5} = 0,104; \quad \alpha_2 = 5^\circ 58';$$

$$\alpha_3 = 2^\circ 30' *;$$

$$\alpha = 2^\circ 52' + 5^\circ 58' + 2^\circ 30' = 11^\circ 20'.$$

Отклонение центра тяжести полусцепа от вертикали будет равно:

$$C_1 = H_0 \cdot \sin \alpha = 140 \cdot 0,196 = 27,6 \text{ см.}$$

Таким образом, вес полусцепа будет приложен к шпалам на расстоянии  $l_1$  от конца шпалы:

\* Считаем, что сумма зазоров в скользянах равна 17 мм, сумма зазоров в конике — 14 мм и сжатие пружин соответствует углу  $\alpha_3$ .

$$l_1 = \frac{L-S}{2} - C_1,$$

где  $S$  — расстояние между центрами рельсов, см;  
При  $L = 2,5$  м:

$$l_1 = \frac{250 - 79}{2} - 27,4 = 58 \text{ см.}$$

Очевидно, что при таком несимметричном нагружении шпалы займут положение, указанное пунктиром на рис. 4. Можно определить наклон шпал, считая, что балка, покоящаяся на упругом основании, нагружена силой  $P$ , приложенной на расстоянии  $l_1$  от левого конца балки. Как показывают расчеты, наклон шпалы в этом случае будет равен:

$$\alpha_4 = 3^\circ 40'.$$

Таким образом, полный угол наклона полусцепа будет равен:

$$\alpha_0 = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 11^\circ 20' + 3^\circ 40' = 15^\circ.$$

Тогда полное отклонение центра тяжести полусцепа от вертикали равно:

$$C = H_0 \sin(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = 140 \cdot 0,26 = 36,2.$$

Расстояние центра тяжести полусцепа от оси, проходящей через опорные точки, составляет:

$$C_2 = \frac{l_0}{2} - C = \frac{115}{2} - H_0 \sin(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = 57,5 - 36,2 = 21,3 \text{ см.}$$

Если принять во внимание инерцию системы и не учитывать силы сопротивления, то расчет показывает, что полусцеп должен опрокинуться. Это видно из того, что угол  $\beta$ , на который нужно повернуться полусцепу для опрокидывания, меньше угла  $\alpha$ , на который полусцеп поворачивается первоначально, пока не упрутся нижним колесом тележки в шпалы:

$$\sin \beta = \frac{C_2}{H_0} = \frac{21,3}{140} = 0,15,$$

$\sin \alpha_0 = 0,26$ ; и, таким образом  $\alpha_0 > \beta$ .

Во время опрокидывания полусцепа, когда проекция центра тяжести сцепа перейдет за ось, проходящую через крайние опорные точки, весь сцеп опрокинется. Это произойдет в тот момент, когда центр тяжести первого полусцепа отойдет от вертикали, проходящей через точку  $O$  на расстоянии  $\frac{S}{2}$ .

Расчеты, произведенные для случая схода одной тележки из четырех, показывают, что в этом случае вероятность опрокидывания всего сцепа не меньше, чем в рассмотренном случае.

Аналогичные расчеты показывают, что сцепы платформ Лесосудмашстроя не должны опрокидываться в таких же условиях. Это объясняется, прежде всего, более низким расположением центра тяжести. Для платформ Лесосудмашстроя возвышение центра тяжести над нижней плоскостью надressорной балки равно 1000 мм, то есть на 400 мм ниже, чем для сцепов Алтайского завода.

Понятно, что увеличить устойчивость сцепов можно, снизив центр тяжести груза, однако не снижая грузоподъемности, этого достичь трудно.

Вторым путем увеличения устойчивости является внесение конструктивных изменений в тележку с целью расширения опорной базы при сходе тележки с рельсов.

#### Выводы

1. Учитывая значительные перекосы временных путей, для уменьшения вероятности схода с рельсов сцепов Алтайского завода, желательно увеличить статический прогиб пружинных комплектов до 22—25 мм.

2. Устойчивость сцепов при сходе с рельсов недостаточна. Для улучшения устойчивости следует понизить центр тяжести груза или внести конструктивные изменения в тележку.

---

Поступила в редакцию  
28 апреля 1958 г.